Beiträge

zur

Kenntniss der Textur

der

Froschhaut.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des

DOCTORGRADES

verfasst und mit Bewilligung der

Hochverordneten Medicinischen Facultät

der

Kaiserlichen Universität zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Oscar Szczesny.

Mit einer lithographirten Tafel.

Dorpat.

Druck von C. Mattiesen.

1867.

Gedruckt auf Verfügung der medicinischen Facultät.
Dorpat, d. 23. Mai 1867. № 127.

Dr. G. von Oettingen,
d. Z. Decan.

Seinen Eltern

in Liebe gewidmet

vom Verfasser.

Noch ehe der Farbenwechsel des afrikanischen Chamaeleon durch die bekannte Arbeit von *Brücke*[1]) eine wissenschaftliche Erörterung gefunden hatte, war bereits durch *Axmann*[2]) auf eine ähnliche Erscheinung bei unsern Fröschen aufmerksam gemacht worden. Es war dies geschehen durch Mittheilung einer Erfahrung, die dieser Beobachter zufällig bei seinen Studien über das Ganglien-Nervensystem des Menschen und der Wirbelthiere gemacht hatte, die er aber nur beiläufig erwähnt, und für pathologisch zu halten scheint. Erst durch *Harless*[3]) und *Wittich*[4]) erfuhr der Farbenwechsel der Frösche eine umfassendere Bearbeitung und genauere Analyse; doch beschäftigten sich beide ausschliesslich mit den grüngefärbten Arten (Hyla arbor. und rana esculenta); unseres gewöhnlichen braunen Wasserfrosches (rana temporaria) gedach-

---

1) Untersuchung über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamäleon. Wien 1852.

2) De gangliorum systematis structura penitiori ejusque functionibus. Diss. inaug. Berolini 1847.

3) Ueber die Chromatophoren des Frosches. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie von *Siebold* u. *Kölliker*. Band V. Leipzig 1854.

4) Die grüne Farbe der Haut unserer Frösche, ihre physiologischen und pathologischen Veränderungen. *Müller's* Arch. Berlin 1854.

ten sie nicht, hauptsächlich wohl deshalb nicht, weil die Farbenveränderung dieser Species bei weit geringerer Lebhaftigkeit auch viel weniger auffallend ist und daher zu einer solchen Untersuchung weniger auffordern mochte.

Unter gewissen leicht herbeizuführenden Umständen, bietet indessen auch dieses Thier einen sehr entschiedenen Wechsel seiner Hautfärbung dar. In dem hiesigen physiologischen Institute wird nämlich schon seit mehreren Jahren als „Froschhalter“ — soweit die an dem Thiere vorzunehmenden Experimente dies gestatten — ein angefeuchtetes Stück Leinwand nach Art eines Wickelbandes benutzt. Ganz ohne Ausnahme wird durch das Verweilen in dieser engen Umhüllung, auch wenn es nur eine halbe oder eine drittel Stunde währt, die schwarzbraune Färbung der Rückenhaut in ein ganz lichtes Braun verwandelt, um nach Verlauf von ein paar Stunden in der frühern Intensität zurückzukehren. Diese Erscheinung, auf die Herr Prof. *Bidder* in seinen Vorlesungen gelegentlich aufmerksam zu machen pflegt, frappirte mich, als ich sie vor mehreren Jahren in dem physiologischen Hörsaal zum ersten Mal zu sehen bekam, in hohem Grade.

Als ich daher, verlegen um ein passendes Thema zu einer Dissertation, zu Herrn Prof. *Bidder* meine Zuflucht nahm, und mir derselbe rieth, die oben erwähnte Erfahrung zum Ausgangspunkt einer wissenschaftlichen Untersuchung der Bedingungen der Farbenphänomene in der Haut von rana temporaria zu machen, ging ich auf diesen Vorschlag um so mehr mit Freuden ein, als er mir zugleich Gelegenheit versprach in der Benutzung des Mikroskops mehr Uebung und Gewandtheit zu erlangen, als aus den aca-

demischen Lernjahren hervorzugehen pflegt. Der Plan meiner Arbeit war mir durch diese Aufgabe sofort vorgezeichnet. Neben einer genauen Durchmusterung der anatomischen Verhältnisse der Froschhaut, namentlich der Lage und Anordnung ihrer Pigmentzellen, musste es meine Aufgabe werden, mir eine möglichst umfassende Kenntniss über die Veränderungen zu verschaffen, die die Hautfärbung darzubieten vermag, und endlich hatte ich auf dem Wege des Experimentes die Bedingungen zu finden, unter denen jene anatomischen Verhältnisse diese Farbenveränderungen hervorzurufen vermögen.

Wenn nun der Inhalt der folgenden Abhandlung weit hinter diesem Ziele zurückbleibt, wenn das, was ich hier bringe, nur ein kleines Bruchstück der anfangs projectirten Arbeit ist, so liegt das theils in den Schwierigkeiten des Themas, die ich unterschätzt hatte, wie denn schon das hier Vorliegende unter Hemmnissen entstanden ist, die ausserhalb meiner Erwartung lagen; theils aber, und das entschied die Sache, gab mir die mikroskopische Durchforschung der Froschhaut, die ich zunächst nur um der nähern Kenntniss der Pigmentzellen willen unternommen hatte, auch nach andern Seiten hin Resultate, die in mancher Beziehung nicht ganz im Einklang standen mit den neuesten darüber gebrachten Angaben. Bei der Erörterung dieser Verhältnisse glaubte ich aber um so eher stehen bleiben zu dürfen, als die zur physiologischen Behandlung der Frage, wie mir scheint, ganz unerlässlichen Froschlarven mir wegen der wenig vorgeschrittenen Jahreszeit und der aussergewöhnlich lang anhaltenden kalten Witterung ganz und gar fehlten. Hierzu kam, dass ich

erst im weitern Verlaufe meiner Untersuchung darauf aufmerksam wurde, dass bereits im Jahre 1855 *Lister* [5]) den Farbenwechsel in der Haut von rana temporaria zum Gegenstande ausgedehnter experimenteller Prüfung gemacht hatte. Bei der Unwahrscheinlichkeit auf diesem Wege neue Gesichtspunkte zur Beurtheilung der fraglichen Erscheinungen zu finden, blieb ich um so lieber bei der anatomischen Seite der Frage stehen, als auf diesem Boden jedes, und auch das geringfügigste Ergebniss seiner einstigen physiologischen Verwerthung gewiss sein kann. Nur anhangsweise will ich in aller Kürze die Resultate einiger Experimente anführen, und das von mir selbst gesammelte Material für eine Erklärung des Farbenwechsels der rana temporaria zu benutzen versuchen.

Für den Rath und thätigen Beistand, den Herr Prof. Dr. *Bidder* mir bei meiner Arbeit in so reichem Masse hat zu Theil werden lassen, sage ich ihm, meinem hochverehrten Lehrer, hiemit meinen wärmsten, innigsten Dank.

Ebenso fühle ich mich zu Dank verpflichtet gegen meinen Commilitonen *Baron E. v. Lüdinghausen-Wolff* für die Bereitwilligkeit, mit der er sich der Mühe unterzog mir meine Zeichnungen auszuführen.

---

5) Phil. Tract. part II. pag. 627.

I.

Es existirt wol kaum ein anderes Thier, das in den letzten Decennien häufiger als der Frosch als Material für physiologische Untersuchungen benutzt worden wäre, dem die Wissenschaft mehr als diesem die glückliche Lösung wichtiger Fragen zu verdanken hätte. Dem entsprechend sollte man nun meinen, dass der Bau dieses Thieres auch bereits in allen Einzelheiten aufs vollständigste bekannt sei, dass die Physiologen nur an einem schon vollkommen bekannten Objecte experimentirt und operirt haben. Doch dem ist nicht so; zum grossen Theil wenigstens widerspricht die vorhandene Litteratur einer solchen Annahme. Erst in der jüngsten Zeit ist man daran gegangen, diesem Mangel in umfassender Weise abzuhelfen, und es ist sehr zu wünschen dass *A. Eckers* Anatomie des Frosches der Beendigung rasch entgegengehe. Unter den verschiedenen Organen dieses Thieres hat aber namentlich in der jüngsten Zeit gerade die Haut desselben einer eingehenderen Beachtung sich zu erfreuen gehabt.

Man ist es sonst und namentlich bei Dissertationen gewöhnt den eigenen Untersuchungen des Verfassers eine wenn auch nur gedrängte Darlegung der Litteratur des behandelten Gegenstandes vorausgeschickt zu sehen. Ich

werde mir erlauben von jenem Usus abzuweichen, um Wiederholungen, die bei Beibehaltung desselben unvermeidlich wären, zu umgehen. Dagegen werde ich im Verlaufe der Arbeit an den entsprechenden Stellen auf die betreffenden Meinungen vorangegangener Autoren hinweisen. Hier will ich mich darauf beschränken, ausser den oben erwähnten Schriften die bezüglichen Arbeiten in der chronologischen Reihenfolge, in der sie erschienen sind, aufzuführen und einige erläuternde Notizen über dieselben anzuschliessen.

Ascherson: Ueber die Hautdrüsen der Frösche. *Müller's* Archiv. 1840. pag. 15 u. Tafel I.

Wie bereits der Titel dieser Abhandlung besagt, sind es namentlich die Drüsen, auf die *Ascherson* sein Hauptaugenmerk richtet. Da jedoch eine Erläuterung ihrer Lage und Anordnung nicht gut möglich ist, ohne zugleich ihre Umgebung zu berücksichtigen, so wird auch eine kurze Schilderung der anatomischen Verhältnisse der Haut im Allgemeinen hinzugefügt. Die gegenwärtig freilich unverkennbaren Mängel dieser Arbeit entspringen den damals noch sehr unvollkommenen Instrumenten und Untersuchungsmethoden.

H. Rathke: Ueber die Beschaffenheit der Lederhaut bei Amphibien und Fischen. *Müller's* Archiv. 1847. p. 338.

Es wird auf den sehr regelmässigen Verlauf und die schichtweise Anordnung der Bindegewebsbündel im Corium der genannten Thierklassen aufmerksam gemacht, und gleichzeitig darauf hingewiesen, dass bei den Batrachiern durch die grosse Menge von Schleimdrüsen, welche zwi-

schen den Faserbündeln der Cutis liegen, jene Regelmässigkeit eine gewisse Abweichung erleidet.

J. N. Czermak: Ueber die Hautnerven des Frosches. Müllers Arch. 1849, p. 252, Taf. IV und V.

Des allgemeinen Baues der Haut wird hier in gedrängter Kürze Erwähnung gethan, so weit dies nothwendig schien um sich eine richtige Vorstellung von der Verbreitung der Nerven in derselben zu machen. Zur Verdeutlichung dieser Verhältnisse ist eine schematische Zeichnung eines senkrechten Durchschnittes der Froschhaut beigegeben.

A. Hensche: Ueber die Drüsen und glatten Muskeln in der äussern Haut von Rana temporaria. Zeitschrift für wissenschftl. Zoologie von *Siebold* und *Kölliker*. Bd. V. 1856, pg. 273.

Neben einem Nachweis von Faserzellen in der Wand der grössern Drüsen, bringt die Arbeit eine Mittheilung über das Vorkommen glatter Muskelbündel in der Haut selbst. Von diesen Bündeln aus sollen sich sogar einzelne Spindelzellen zu den Drüsen begeben.

F. Leydig: Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857, p. 84.

Die Drüsen sind es ausschliesslich, die hier besprochen werden; beigefügt ist im Holzschnitt eine schematische Abbildung des Querschnitts der Froschhaut.

L. Stieda: Ueber den Bau der Froschhaut. Archiv v. *Reichert* und *du Bois-Reymond* 1865, p. 52 Tafel I.

Eine kurze aber äusserst klare Darstellung der wesentlichsten anatomischen Verhältnisse der Froschhaut, hervorgerufen durch die nähere Untersuchung eines von *Reiss-*

ner zuerst beobachteten, auf der Stirn der Frösche constant vorkommenden Flecks. Dazu eine Abbildung der Froschhaut.

G. V. Ciaccio: Intorno alla minuta fabrica della pelle della rana esculenta. Palermo 1867.

Diese Abhandlung kam mir erst in die Hände, als ich nach bereits abgeschlossener Untersuchung mein Manuscript zum grossen Theil fertig zum Druck vorbereitet hatte. Wegen Kürze der mir zugemessenen Zeit konnte ich von dieser ausführlichen Arbeit daher nur gelegentliche, nachträgliche Notiz nehmen. Die Darstellung meiner eignen Erfahrungen dürfte hierunter jedoch wenig leiden, da es sich in *Ciaccio*'s Schrift ausschliesslich um rana esculenta handelt.

II.

Indem ich mich jetzt zu der Darstellung und den Ergebnissen meiner eigenen Untersuchung wende, beginne ich dieselbe mit einem kurzen Bericht über die Mittel, die ich benutzte, um mein Untersuchungsobject dem Mikroskope zugänglich zu machen.

Senkrechte Durchschnitte der Haut, die vorzugsweise geeignet sind, eine Einsicht in ihren Bau zu gewähren, wurden so erhalten, dass ich entweder frische oder vorher mit Chromsäurelösungen behandelte Hautpartieen zwischen kleine Stücke von durch Alcohol gehärtetem Kalbsgehirn brachte, und sie mittelst dieser Handhabe und Unterlage der Einwirkung des Rasirmessers unterwarf. Horizontalschnitte durch die Haut habe ich zwar auch versucht, jedoch diese Methode bald aufgegeben, weil sich andere und bequemere Mittel darboten die Haut in mikroskopisch feine Lagen zu zertheilen. So leistete mir namentlich die Salpetersäure ausserordentliche Dienste. Die Haut bedurfte nur einer zwei- bis dreitägigen Maceration in einer 20 % Lösung, um sich mit ausserordentlicher Leichtigkeit in ihre verschiedenen Schichten zerlegen zu lassen. Ich muss ausdrücklich bemerken, dass trotz dieser verhältnissmässig langen Einwirkung der ziemlich star-

ken Mineralsäure die Gefahr, die verschiedenen Schichten bei der Zerlegung zu zerreissen, bei einiger Vorsicht sich sehr wol vermeiden liess, ja bei manchen Schichten diese Gefahr gar nicht bestand.

Nächst der Salpetersäure benutzte ich recht häufig Essigsäure und auch Osmiumsäure; letztere namentlich mit grossem Vortheil zur Isolirung und Entfernung der Epidermis. Eine nur 24-stündige Maceration der Haut in dieser Säure (1 % Lösung) reichte vollkommen hin, um die Epidermis in grossen zusammenhängenden Stücken mit Leichtigkeit abziehen zu können. Die übrige Haut wurde dabei wenig oder gar nicht angegriffen.

Zur Aufhellung meiner auf den angedeuteten Wegen gewonnenen Präparate benutzte ich abwechselnd bald Glycerin, bald das neuerdings empfohlene Kreosot. Fast alle meine Präparate wurden überdiess durch Carmin tingirt.

Ich finde die Haut des Frosches aus vier über einander gelagerten leicht trennbaren Schichten zusammengesetzt.

Zu oberst liegt eine ziemlich dicke ausschliesslich aus mehrfach über einander geschichteten Zellen bestehende Schicht, die Epidermis. (Fg. 7 *a*).

Hierauf folgt eine Schicht, die man mit allem Recht mit *Stieda* Drüsenschicht (Fig. 7 *b*) nennen kann; denn sie wird fast ausschliesslich von Drüsen gebildet, über und zwischen denen bald reichlicher bald spärlicher Pigmentzellen liegen (Fg. 7 *n*).

Beide Elemente dieser Schicht werden durch lockeres Bindegewebe zusammengehalten.

Unmittelbar darunter findet sich eine ziemlich dicke, aus mehrfachen Lagen sehr regelmässig angeordneter Bän-

der zusammengesetzte Schicht, die ich den Hauptmerkmalen ihres Gewebes nach die elastische Schicht (Fg. 7 *c* und Fg. 3) nennen will. —

Die vierte und letzte Schicht endlich besteht wieder aus Bindegewebe mit in der mannigfachsten und regellosesten Weise sich kreuzenden Faserbündeln und mit einer wechselnden Menge eingelagerter Pigmentzellen. Dieses Bindegewebe ist gleichsam die Stütze für die daselbst sehr reichlich eingebetteten Nerven- und Gefässnetze (Fg. 5 und Fg. 7 *d*). Ganz besonders charakteristisch für diese Schicht ist aber der Umstand, dass von ihrer obern Seite und unmittelbar aus ihren Gewebselementen, als directe Fortsetzungen derselben, mit breiter Basis beginnend eine Menge nach oben hin strebender Säulen (Fg. 7 *o*) sich erheben, die die beiden vorgenannten Schichten fast unter rechtem Winkel durchsetzen und endlich mit dem am obern Umfang der Drüsen gelegenen Bindegewebe verschmelzen.

Will man der Analogie halber die Froschhaut ebenso, wie die Hautdecken des Menschen in Epidermis und Cutis eintheilen, so kommen von den hier genannten Schichten die drei letzten auf die Cutis.

Ueber die genauere Textur dieser vier Schichten habe ich Folgendes zu bemerken

Die Epidermis (Fg. 7 *a*) ist im Allgemeinen ganz eben so gebaut, wie von der Haut des Menschen lange schon bekannt ist. Sie lässt sich ganz so wie diese in einen innern, unmittelbar an die Lederhaut stossenden und durch kleinere, weichere Zellen charakterisirten Theil, die Schleimschicht, trennen, und in einen obern aus grös-

seren und härteren Zellen bestehenden, die Hornschicht. Der einzige Unterschied wäre der, dass hier auch in der sogenannten Hornschicht, — weil es zu dem das eigentliche Verhornen bezeichnenden Vertrocknen und Verschrumpfen nicht kommt, die Epidermis vielmehr immer feucht bleibt, die Zellen derselben überall deutlich ausgeprägte, ziemlich grosse Kerne führen. Die Form dieser Zellen so wie ihre Lagerung sind nicht in allen Abschnitten der Epidermis dieselben. Während sich in der obersten Region grosse, abgeplattete und polygonale Zellen finden, sind dieselben tiefer hin in der Schleimschicht von runder Gestalt und werden endlich in der untersten der Lederhaut zunächst gelegenen Schicht länglich wie Cylinderepithelzellen. Diese letztern stehen senkrecht neben einander aufgestellt auf der Lederhaut, wogegen sowol die runden als auch polygonalen Elemente der höhern Schichten mit ihrem Längendurchmesser in wagerechter Richtung an einander geordnet sind.

Stieda macht darauf aufmerksam, dass die Epidermis an vielen Stellen pigmentirt erscheint, und weist ferner nach, dass dies theils von einer Aufnahme von Pigmentmolekeln in die Epidermiszellen herrühre, theils durch eine Einlagerung von eigentlichen Pigmentzellen zwischen die Zellen der Epidermis bedingt werde. Ich kann dieser Angabe noch Folgendes hinzufügen. Jedem, der sich einen Frosch näher besehen hat, wird es nicht entgangen sein, dass die Haut desselben nicht durchweg die gleiche Färbung zeigt, dass immer bald grössere, bald kleinere dunkler pigmentirte Partieen in derselben vorkommen, theils als isolirte Flecken, wie am Rumpfe, theils zu regel-

mässigen Streifen angeordnet, wie an den Extremitäten. — Diese Flecken und Streifen sind es nun ausschliesslich, an denen man jene pigmentirte Epidermis findet, an den übrigen lichter gefärbten Stellen der Haut ist in der Epidermis selbst nichts von eigentlichen Pigmentzellen nachzuweisen. Es wäre nun vielleicht nicht unstatthaft anzunehmen, dass dieses in die Epidermis vorgeschobene Pigment eine spätere Entwicklungsstufe der betreffenden Zellen repräsentirt, auf welcher dieselben bereits aufgehört haben ihrer physiologischen Aufgabe zu dienen, und in Folge dessen entfernt werden sollen. Bemerkt muss noch werden, dass selbst bei dem höchsten Grade des Erblassens der Haut jene Flecken und Streifen nur unvollständig verschwinden. —

Die Cutis zählt, wie bereits bemerkt, drei Schichten, die Drüsenschicht (Fig. 7 *b*), die elastische Schicht (Fig. 7 *c*) und die Schicht der Nerven- und Gefässnetze (Fig. 7 *d*).

Die Drüsenschicht (Fig. 7 *b*) lässt sich in ihren einzelnen Theilen am Bequemsten auf einem senkrechten Schnitt durch die Dicke der Haut übersehen.

Sie liegt unmittelbar unter der Epidermis (Fig. 7 *a*), und grenzt sich von derselben mit einem schmalen, sehr hellen, homogenen Saume (Fig. 7 *a'*) ab, den *Stieda* die „Grenzschicht“ der Cutis gegen die Epidermis genannt hat.

Als zweiten, sehr genau unterscheidbaren Theil der Drüsenschicht findet man unter jenem hellen Saum eine verschieden breite Pigmentschicht.

Auf dem Querschnitte ist dieselbe meist so angeordnet, dass sie an den Stellen, wo Drüsen liegen, theils von ihren Ausführungsgängen gleichsam verdrängt erscheint,

dagegen in den Zwischenräumen je zweier benachbarter Drüsen an Ausdehnung zu gewinnen und die von Drüsensubstanz frei gelassenen Räume zu erfüllen strebt. Diese zwischen den Drüsen übrig gelassenen Räume geben, wie später gezeigt werden soll, auch die Wege ab, denen die Pigmentzellen folgen müssen, um zu der untersten Schicht der Haut zu gelangen.

Das eben entworfene Bild über die Vertheilung der Pigmentschicht bildet die Regel; eine Ausnahme davon kommt in so fern vor, als hie und da die zwischen den Drüsen übrig bleibenden Lücken vollständig von Pigment entblösst erscheinen. Dies Verhältniss berechtigt übrigens noch keineswegs zum Schluss, dass diesen Stellen auch in der That alle Pigmentzellen abgehen, weil es nach *Kühne's*[6]) neuesten Angaben sehr gut denkbar wäre, dass die auch hier vorhandenen Pigmentzellen nur deshalb nicht sichtbar werden, weil ihr flüssiger Inhalt und mit ihm die festen Pigmentmolekeln in die benachbarten Pigmentzellen übergewandert sind. Da nun die Haut mit unzähligen Drüsen (Fig. 7 *e. g. h. i. k. l. m.*) besetzt und die Pigmentschicht in der angegebenen Weise vertheilt ist, so bekommt man bei einer Ansicht der Haut von der äussern Seite her ein Bild, wie es ungefähr Fg. 1 in vergrössertem Maassstabe darbietet. Auf einem von Pigmentzellen (Fig. 1 *a*) durchwebten und daher meist dunkel gefärbten Grunde erblickt man ab und zu hellere Figuren von runder oder ovaler Gestalt, die von den Pigmentzel-

6) Untersuchung über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864.

len umfasst erscheinen (Fig. 1 *b*). Diese hellen Figuren sind aber nichts anderes als Drüsenmündungen.

Die wesentlichen Elemente der Pigmentschicht sind die sogenannten Pigmentzellen. Es sind das eigenthümlich gezackte und verästelte Zellenformen, deren Inhalt zum grossen Theil aus den bekannten Pigmentmolekeln besteht. Die Farbe der letztern anlangend, so ist dieselbe bei unserm braunen Wasserfrosch vorherrschend eine braune, nur an einzelnen wenigen grünen Stellen an den Extremitäten eine gelbe, und an der weissen glänzenden Bauchfläche eine weisse. Schwarz gefärbte Molekeln kommen anscheinend wenig oder garnicht vor, und wo sich schwarz gefärbte Pigmentzellen finden, rührt diese Färbung von einer grössern, gedrängteren Anhäufung brauner Pigmentmolekeln her. Selbst in verschiedenen Abtheilungen einer und derselben Zelle findet diese Zusammenhäufung der Pigmentmolekeln in verschiedenem Grade Statt, so dass man sehr häufig Gelegenheit hat Pigmentzellen zu sehen, die zur Hälfte braun, zur Hälfte schwarz gefärbt sind (Fig. 1 *a*).

Die Pigmentzellen haben eine sehr verschiedene Gestalt, meist jedoch kann man an ihnen einen Zellenkörper und eine mehrfache Zahl von Zellenausläufern unterscheiden. Allerdings kommen an manchen Zellen diese Ausläufer nicht zu Gesicht, indessen ist dies bekanntlich schon seit den Erfahrungen von *Lister* nicht auf ein wirkliches bleibendes Fehlen dieser Fortsätze sondern nur darauf zu beziehen, dass entweder die Ausläufer selbst in toto bis in die Zellenwand retrahirt werden, oder durch Contraction des Inhalts allein letzteren in den Zellenkörper hineinschaffen, worauf die äusserst zarten Ausläufer, ihres körnigen

und undurchsichtigen Inhalts beraubt, ganz durchscheinend und unsichtbar werden.

Jede Pigmentzelle führt einen ziemlich grossen, meist in der Mitte der Zelle gelegenen Kern (Fig. 1 *c*), der sich in dem braunen Inhalt als heller Kreis markirt, und namentlich leicht in den heller gefärbten Zellen zu erkennen ist, während er in den sehr dunkeln Zellen vom Pigment verdeckt wird.

Die Zellenausläufer verschiedener Zellen verbinden sich vielfach mit einander, so dass dadurch ein förmliches Kanalsystem hergestellt wird, das sich nach allen Richtungen hin verzweigt, und auch die entferntesten Zellenindividuen mit einander in Communication setzt. Ihre grösste Ausdehnung haben die Pigmentzellen in der Horizontalebene, und nie oder wenigstens sehr selten sieht man auf dem Querschnitt (Fig. 7) so umfangreiche Zellen, wie bei der Ansicht der Haut von oben her. (Fig. 1).

Unter der Pigmentschicht endlich liegen als Hauptbestandtheile der Drüsenschicht die Drüsen (Fig. 7 *e. g. h. i. k. l. m.*) selbst. Sie finden sich in solcher Menge in der Haut eingelagert, dass diese fast siebartig von den Ausführungsgängen durchlöchert erscheint, und sich die Drüsen in ihrem grössten Umfange fast berühren.

Ihrer Form nach stellen die Drüsen Säcke dar, die seitlich stark ausgebaucht sind, und darum im Vereine mit ihren kurzen Ausführungsgängen nicht unähnlich einer Feldflasche erscheinen. Ich habe diese Form für alle Drüsen mit Ausnahme der grössten und der kleinsten wiedergefunden, deren Gestalt meist eine mehr kreisförmig abgerundete (Fig. 7 *e* u. *m*), für die grössten bisweilen

auch etwas in die Länge gezogen war (Fig. 7 *g*). Die Form der Drüsen wurde nicht allein nach Durchschnitten beurtheilt, sondern auch an den isolirten Drüsen selbst bestimmt.

Die Grösse der Drüsen hat trotz ihrer Mannigfaltigkeit den ersten Eintheilungsgrund für dieselben abgegeben. *Ascherson,* der erste, der die Froschhaut untersuchte, unterscheidet darnach zwei Arten, kleinere kreisrunde und grössere ovale, und macht die Bemerkung, man könne glauben, die erstern seien noch in der Entwicklung begriffen. Die grössten Drüsen fand *Ascherson* an der Bauchseite der Schenkel in der Nähe des Afters.

Hensche und *Leydig* behielten dieselbe Eintheilung bei, fanden aber mit dem Nachweis von Muskelzellen an den grossen Drüsen auch ein anatomisches Unterscheidungsmerkmal.

Leydig lässt die grössten Drüsen in einem dicklichen Streifen, der etwas hinter der Ohrgegend beginnt und sich von da ab weiter nach hinten erstreckt, und ferner rings um die Kloakenöffnung vorkommen.

Stieda, der die neuesten Untersuchungen über diesen Gegenstand bringt, lässt allerdings die Dimensionsverhältnisse als Eintheilungsgrund der Drüsen fallen; nichts desto weniger bietet seine Arbeit genauere Zahlenwerthe für die Maasse derselben dar, aus denen sich ergiebt, dass sogar drei nach ihrer Grösse zu unterscheidende Drüsenarten vorkommen müssen. Ueber den Sitz der grössten sagt *Stieda* nichts Näheres; sie sind nach ihm nur spärlich vertreten.

Nach dem, was ich selbst gesehen habe, muss ich

allerdings betonen, dass trotz mannigfaltiger Variationen in den Grössenverhältnissen, und trotz zahlreicher Uebergangsstufen von den kleinsten 0,070 mm. messenden bis zu den grössten Drüsen von 0,75 mm. Durchmesser, sich doch ein ganz bestimmter nicht zu verkennender Grössenunterschied mit Leichtigkeit constatiren lässt; man findet in der That neben sehr kleinen Drüsen (Fig. 7 *m*), mittelgrosse (Fig. 7 *h* u. *i*) und endlich auch sehr grosse Drüsen (Fig. 7 *e* u. *g*).

Ob nun aber die ersteren und namentlich die letzteren auch wirklich eine ursprüngliche Berechtigung haben, ist eine Frage, deren Bejahung mir nach dem, was ich dagegen anzuführen habe, mindestens zweifelhaft erscheint.

Wie bereits erwähnt wurde, benutzte ich die Salpetersäure, um die Froschhaut zu einer bequemen Zerlegung in ihre verschiedenen Schichten vorzubereiten. Ging ich nun bei der Trennung selbst recht behutsam zu Werke, so geschah es fast immer, dass, wenn ich nach Entfernung der Epidermis die Drüsenschicht abzuheben suchte, die sogenannten grossen Drüsen der Autoren zum Theil wenigstens in der nächstfolgenden Schicht hängen blieben. Ohne Mühe konnte ich dieselben dann aus den grubenförmigen Vertiefungen, in denen sie auf der elastischen Schicht sassen, herausheben, und unversehrt und vollständig isolirt unter das Mikroskop bringen. Ein gelinder Druck auf das Deckgläschen genügte sodann gewöhnlich, um die Drüsen zu sprengen, und mir ein gehöriges Bild über Wandung und Inhalt derselben zu verschaffen.

Hierbei war zunächst auffallend, dass in jeder dieser s. g. grossen Drüsen, und ich habe ihrer wol ein paar

Hundert durchmustert, regelmässig wenigstens eine Nematode (Fig. 6 *b*) vorhanden war, gewöhnlich aber sich sogar mehrere selbst bis sechs dieser Parasiten vorfanden. Gleichzeitig waren diese Drüsen durchweg von einem feinkörnigen Inhalt strotzend erfüllt. Beide diese Verhältnisse sind bereits von *Hensche* beobachtet worden.

Ich glaube diese Verhältnisse besonders deshalb hervorheben zu müssen, weil sie nach meiner Meinung die Möglichkeit offen lassen, als habe man es in den grossen Drüsen nur mit pathologischen Veränderungen zu thun, mit einer Verstopfung der Mündungen der Drüsen und einer daraus folgenden Ausdehnung derselben durch den sich ansammelnden aus dem Zerfall der epithelialen Drüsenauskleidung hervorgehenden Inhalt. Beides würde durch die Anwesenheit des Parasiten bedingt sein, und man könnte hierbei an die ähnlichen Beziehungen zwischen Epizoen und sogenannten Comedonen in der menschlichen Haut erinnern. — Diese Annahme wird vielleicht auch noch durch folgende Momente unterstüzt:

1) Bei keinem der Autoren findet man dieselben Körperstellen für das Vorkommen dieser grossen Drüsen angegeben. *Ascherson*, *Leydig* und *Hensche* bestimmen zwar gewisse durch jene Bildungen ausgezeichnete Körpergegenden, thun das aber in ganz verschiedener Weise; *Stieda* macht hierüber gar keine näheren Angaben. Ich habe sie über den ganzen Körper verbreitet gefunden, ebenso zahlreich an den Extremitäten, wie am Rücken, und bei verschiedenen Thieren in ihrer Zahl wie in ihrer Vertheilung sehr grosse Verschiedenheiten zeigend.

2) Ferner variiren diese grossen Drüsen auch viel-

fach in ihren Dimensionen, ein Befund, der sich ungezwungen aus einem geringern oder höhern Grade der Füllung, abhängig von einem kürzern oder längern Verweilen der Parasiten in denselben ableiten liesse.

3) Auch die Form würde nicht gegen meine Annahme sprechen; sie ist, wo die Drüse sich vollkommen frei nach allen Seiten ausdehnen konnte, mehr abgerundet, wo mehrere solcher ausgedehnter Drüsen neben einander lagen, eine etwas in die Länge gezogene.

4) Endlich scheinen die grubenförmigen Vertiefungen der elastischen Schicht, die die Drüsen aufzunehmen haben, eher an ähnliche durch Balggeschwülste hervorgerufene Erscheinungen, als an ein physiologisches Vorkommniss zu erinnern.

Berücksichtigen wir jetzt noch einige Einwände, die gegen die eben geäusserte Ansicht erhoben werden können; es scheinen hier namentlich drei Umstände beachtenswerth zu sein:

1) Die Mehrzahl der Autoren, die doch alle von grössern Drüsen sprechen, scheint nie etwas von jenen Parasiten, der von mir supponirten Veranlassung zur Grössenausdehnung jener Drüsen, gesehen zu haben.

2) Der Wurm kommt nur in den grossen Drüsen vor; wenn die Annahme, dass diese sich aus den kleinern Drüsen herausbilden, richtig wäre, so müsste man denselben auch in den letztern, noch ehe dieselben Zeit gehabt haben sich auszudehnen, nachweisen können.

3) Alle neuern Autoren führen anatomische Unterscheidungsmerkmale für die verschiedenen Drüsen an;

wären die grossen Drüsen aus den kleinern entstanden, so müsste ihr anatomischer Bau ein gleicher sein.

Ich glaube nun dagegen geltend machen zu dürfen, dass die früheren Beobachter die Drüsen meist auf Durchschnitten durch die Haut untersucht zu haben scheinen; bei einem solchen Verfahren habe ich auch nie eine Nematode in den Drüsen angetroffen. Wenn die Abbildung (Fig. 7 *e*) hiermit im Widerspruch zu stehen scheint, so muss ich bemerken, dass ich, um Raum zu sparen und für die Darstellung der Lagerung des Parasiten im Innern der Drüse eine besondere Figur zu umgehen, demselben diesen Platz angewiesen habe. Das Fehlen des Wurms auf Querschnitten kann darin seinen Grund haben, dass er entweder mit dem Inhalt zusammen durch das Messer herausgerissen wird, oder mit dem einen Theil der Drüse weggeschnitten wird. Nur *Hensche* und *Ciaccio*, die auch an ganzen, unversehrten Drüsen untersucht haben, erwähnen des Wurms; letzterer giebt sogar eine Abbildung eines solchen in der Drüse.

Gegen den zweiten Einwand kann die Thatsache sprechen, dass ich allerdings auch in einzelnen wenigen Fällen den Parasiten in kleineren Drüsen gefunden habe.

Der dritte Einwand endlich, vielleicht der wichtigste, soll später bei der Erörterung des anatomischen Baues der Drüsen seine Erledigung finden.

Was die kleinsten Drüsen anlangt, die auf einem senkrechten Schnitte durch die Haut sich darbieten, so muss wenigstens auf die Möglichkeit aufmerksam gemacht werden, dass sie durch den Schnitt bedingte, seitliche Ab-

schnitte und nicht der grössten oder Aequatorialzone der Drüsen entsprechende Formen sein können.

Nach dem Mitgetheilten scheint mir ein Zweifel an einer den spätern Differenzen entsprechenden ursprünglichen Grössenverschiedenheit wohl erlaubt zu sein; obgleich ich damit selbstverständlich nicht behauptet haben will, dass nicht geringe physiologische Abweichungen in der Grösse vorkommen können.

Bau der Drüsen. Wie bereits bemerkt, bestehen die Drüsen aus einem einfachen, ausgebauchten Sacke und einem von demselben sich fortsetzenden Ausführungsgang. Die Wand des Sackes wird aus einer durch einfache, dunkle Linien bezeichneten tunica propria, einer nach aussen von dieser liegenden tunica muscularis (Fig. 6), bestehend aus einer einfachen Lage spindelförmiger Muskelzellen (Fig. 4 *a*), und schliesslich zu äusserst aus einer bindegewebigen Hülle (Fig. 7 *f*) gebildet. Die Auskleidung der innern Wandfläche der Drüse besteht aus Zellen (Fig. 7 *k*), die gleichzeitig auch die eigentlichen Secretionsorgane darstellen. Schon *Ascherson* weist gewissermassen auf das Vorkommen von muskulösen Elementen in den Drüsenwandungen hin, denn er sagt wörtlich: „Die Drüsen sind beim lebenden Thiere mit einem hohen Grade von Contractilität begabt, die sich durch sehr merkliche Veränderungen der Form und Grösse zu erkennen giebt.“ Eine Andeutung, dass er eine derartige Erscheinung nur an gewissen und namentlich an grössern Drüsen bemerkt habe, kommt in seiner Schrift nicht vor. *Hensche* und nach ihm *Leydig* waren die ersten, die in bestimmter Weise Muskelzellen nachwiesen, sie aber immer nur in den s.

g. grossen Drüsen finden konnten. *Stieda* bestätigt Letzteres und giebt den so ausgezeichneten Drüsen den Namen: „contractile Drüsen.“

Auch ich habe ohne grosse Schwierigkeit Muskelzellen an den grossen Drüsen gefunden und muss hinzufügen, dass es wenige andere Stellen geben dürfte, an denen diese Elemente in allen ihren Merkmalen so vollständig und leicht sichtbar zu machen sind, als eben hier. Fig. 6 zeigt die tunica muscularis einer solchen Drüse in ziemlich vollständigem Zusammenhang. In Fig. 4 sieht man die tunica muscularis in ihre einzelnen Elemente zerlegt. Diese Faserzellen (Fig. 4 *a*) haben eine Länge von 0,165 mm., eine Breite von 0,009, die Länge ihres Kerns (Fig. 4 *b*) beträgt 0,024 mm., die Breite desselben 0,006 mm.

Wie stand es nun aber mit dem Vorkommen von Muskelelementen an den kleinen Drüsen?

Ich bekenne, dass ich an diese Untersuchung mit der Idee ging, dass die grossen Drüsen pathologische, aus den kleinen hervorgegangene Formen seien, und dass darum die Gewebselemente, die an den einen vorkamen, sich auch an den andern wiederfinden lassen müssten. Mit grösstem Fleiss ging ich daher auch an den Nachweis der Muskelzellen in der Wand der kleinen Drüsen. Aber erst nach langer Arbeit und Mühe gelang es mir endlich sie zu finden, und giebt Fig. 2 *a* das Bild derselben. Sie erscheinen deutlich quergestreift und haben eine Länge von 0,047 mm. Die Schwierigkeit ihres Nachweises kann ich mir nicht anders erklären, als dadurch, dass die äussere Bindegewebshülle (Fig. 7 *f*) der kleinen Drüsen so ausserordentlich fest an der tunica muscularis derselben

haftet, dass, ehe man dazu kommt jene durch Agentien so weit zu lockern, dass sie nachgiebt, die kleinen Muskelzellen bereits zu brüchig geworden sind, um in unversehrter Form die Insulte einer Trennung zu ertragen. *Hensche* bemerkt etwas Aehnliches darüber, wenn er sagt: „Die kleinen Drüsen sind so fest von streifig gelagertem Bindegewebe umstrickt, dass es kaum nachzuweisen möglich ist, ob sie noch ausserdem eine Hülle besitzen.“ — Bei den grossen Drüsen mag dagegen die bedeutende Ausdehnung gerade ein begünstigendes Moment für die Trennung abgeben.

Die Drüsenepithelzellen werden von den verschiedenen Autoren für die verschiedenen Drüsen nicht übereinstimmend beschrieben. In *Leydig's* Abbildung finden sich in den kleinen Drüsen fast ganz flache, platte Formen, in den grossen dagegen sehr langgezogene Zellen. Nach den in *Stieda's* Arbeit angegebenen Zahlenwerthen für die Länge dieser Zellen wird man gezwungen gerade das Umgekehrte anzunehmen.

Ich war im Anfange meiner Beobachtungen versucht die Drüsen in langgezogene, schlauchförmige Räume getheilt anzusehen, glaubte später der Ansicht von *Stieda* mich anschliessen zu müssen, bin aber endlich durch eine lange Reihe von Präparaten überzeugt worden, dass sich die Sache doch etwas anders verhält. Es haben diese Epithelzellen (Fig. 7 *k*) eine behauenen Quadersteinen ähnliche Form und sind allerdings vielleicht länger oder dicker, als sie sonst in den Drüsen, die nicht Cylinderepithelien führen, vorzukommen pflegen; dabei sind sie in ziemlich regelmässigen Reihen nach einander angeordnet,

und liegt ihr Kern (Fig. 7 *k*) ohne Ausnahme an der Basis der Zelle, dicht an der Wand der Drüse an. Wird nun der Schnitt, der die Drüse trifft, nicht gerade entsprechend dem Längendurchmesser dieser Zellen, sondern in der Art schräge geführt, dass er mehrere neben oder hinter einander stehende Zellen trifft, so kann es geschehen, dass die Conturen mehrerer an einander gränzender und an der bogenförmig gekrümmten Drüsenwand gleichsam treppenartig aufgestellter Zellen, zusammenfliessen, und den trügerischen Schein einer sehr lang ausgezogenen Zelle erwecken (Fig. 7 *l*). Dieser Irrthum kann auch darin noch eine Unterstützung finden, dass bei der reiheweisen Anordnung der Zellen und der gekrümmten Fläche der Drüsenwand auf der sie liegen, die Kerne der tiefer liegenden Zellen verdeckt werden und statt vieler Kerne daher nur der der oberflächlichst gelegenen Zelle sichtbar ist. Es entsteht dadurch das Bild der Cylinderzelle mit einem Kern an der Basis. Uebrigens kann man bei einer recht sorgfältigen Einstellung des Mikroskops auch an jenen vorgetäuschten Cylinderzellen zuweilen quere Linien oder Scheidewände erkennen, die dieselben in kleinere Räume theilen; diese Linien entsprechen den Schnitträndern der quergetheilten Zellen. Dass dieses Bild einer Cylinderzelle aber der Wirklichkeit nicht entspricht, beweist ein Schnitt, der eine schmale Aequatorialzone einer solchen Drüse zur Anschauung bringt; in einer solchen finden wir nie Cylinderzellen, sondern Zellen von der oben angedeuteten Form. Ihre Maasse zeigen das am deutlichsten: der Durchmesser der unregelmässig polygonalen Basis der Zellen beträgt im Mittel 0,015 bis 0,024 mm.,

die Höhe der Zellen ebenso 0,024 mm., der Durchmesser des kreisrunden Kerns 0,006 mm. — In den kleinsten 0,060 mm. und den grössten 0,75 mm. messenden Drüsen findet man die Epithelzellen ein wenig kürzer als bei den mittleren Drüsen. Dieser Umstand möchte bei den kleinsten Drüsen dadurch zu erklären sein, dass sie noch nicht bis zu demselben Entwicklungsgrade gelangt sind; bei den grössten, den pathologisch ausgedehnten, aber dadurch, dass das Epithel durch die Anhäufung von Drüseninhalt an seiner vollen Grössenentwicklung gehemmt wird.

Der Drüseninhalt endlich ist nach meinen Erfahrungen in allen Drüsen derselbe. Er stellt eine feinkörnige, krümlige Masse dar, in der häufig dicht gedrängt fein granulirte Zellen mit sichtbaren Zellenkernen liegen. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass hier, wie Aehnliches auch in andern Drüsen geschieht, jene krümlige Masse dem Zerfall dieser granulirten Zellen ihre Entstehung verdankt.

Bau und Inhalt der verschiedenen Drüsen stimmen also nach meinen Erfahrungen ganz überein, und ich glaube somit auch den letzten der oben gemachten drei Einwände entkräftet zu haben, und bei der Meinung verbleiben zu dürfen, dass die sogen. grossen Drüsen ihre ausserordentliche Grösse der Einwirkung der Parasiten zu verdanken haben. Froschlarven auf diese Verhältnisse zu prüfen, wie ich beabsichtigt hatte, ist mir leider nicht möglich gewesen, da der in diesem Jahre ganz ungewöhnlich verzögerte Eintritt der Frühlingswärme selbst in der Mitte des Maimonats, wo ich durch äussere Umstände gedrängt, meine Unter-

suchungen völlig abschliessen musste, noch nicht gestattete Froschlaich zu erlangen.

Unter der eben beschriebenen Drüsenschicht folgt eine fast ausschliesslich aus bandartigen, schwach längsgestreiften Elementen (Fig. 3 *a*) zusammengesetzte Schicht (Fig. 7 *c*), die ich wegen ihrer bedeutenden Elasticität und ihrer grossen Resistenzfähigkeit gegen chemische Agentien für elastisches Gewebe halten möchte, und sie darum auch die elastische nenne.

Rathke, der sie zuerst beschrieben hat, und für Bindegewebe hält, sagt über die Anordnung derselben: „Nach Untersuchung einer beträchtlichen Anzahl verschiedener Schildkröten, Fische, etc. geschwänzter und ungeschwänzter Batrachier, sind in der Lederhaut dieser Thiere die Bündel des Bindegewebes so geordnet, dass sie je nach der Dicke der Haut verschiedentlich viele und der Epidermis parallele einfache Schichten zusammensetzen, in deren jeder sie in einer und derselben Richtung verlaufen, dagegen sich mit der nächstfolgenden Schicht unter ziemlich rechtem Winkel kreuzen. So verlaufen z. B. am Rumpfe die Bündel der äussersten Schicht nach der Länge, die der zweiten nach der Quere, die der dritten wieder nach der Länge derselben, und wenn noch mehrere Schichten folgen auch in diesen, wie dieselben auf einander folgen, abwechselnd nach ganz entgegengesetzten Richtungen. Ihre Zahl variirt. Die Faserbündel einer jeden Schicht haben meistens einen sehr langen und schwach geschlängelten Verlauf, liegen in der Regel nahe bei einander und haben nur eine formlose, weichere Substanz als Bindemittel zwischen sich u. s. w. — An einer weitern Stelle bemerkt

Rathke, dass bei Batrachiern jene Anordnung eine geringe Abweichung erleidet, bezieht dieselbe aber nur auf die Regelmässigkeit der Anordnung.

Ich kann mich dieser Angabe nicht ohne Weiteres anschliessen; mir scheint sie etwas modificirt werden zu müssen, und zwar dahin, dass man nicht, wie *Rathke* die Sache darstellt, immer je zwei auf einander folgende Schichten zugleich berücksichtigen muss, um die eigenthümliche gekreuzte Richtung der Elemente zur Anschauung zu bringen. Nicht einfach neben einander liegende Bänder bilden die auf einander folgenden Schichten, sondern jede dieser Schichten besteht für sich aus einem Flechtwerk kreuzweis durcheinander gelegter und in entgegengesetzter Richtung verlaufender Bänder. Eine Kreuzung, wie *Rathke* sie sich von zwei unter einander liegenden und in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Bänderschichten gebildet denkt, ist nicht vorhanden; vielmehr beruht jene Durchkreuzung auf einer zwar nicht ganz vollkommen regelmässigen aber doch wiederholten Verflechtung der zu einer Schichte gehörenden Bänder unter einander. Ein Band, das sich eben mit einem andern gekreuzt hat, und zwar über dasselbe hinweggegangen und unter das dem letztern benachbarte getreten ist, taucht nicht sofort an dem gegenüberliegenden Rande desselben wieder auf, um über den nächstfolgenden und parallel laufenden Nachbar hinwegzugehen, und zu einer neuen Verschlingung abermals in die Tiefe sich zu senken; sondern es werden, wenn auch der eben erwähnte Fall keineswegs ausgeschlossen ist, doch gewöhnlich zwei, drei, oder auch mehr Bänder gleichzeitig überbrückt oder unterminirt.

Eine bildliche Darstellung dieser eigenthümlichen Anordnung, getreu nach dem unter dem Mikroskop befindlichen Object gezeichnet giebt Fig. 3.

Die so gebauten einzelnen Bänderschichten, die in der That einem einfachen Strohgeflecht nicht unähnlich sehen, werden zum grossen Theil durch eine sehr geringfügige Menge kernführenden Bindegewebes, zum kleinern Theil dadurch zusammengehalten, dass hie und da Bänder der einen Schicht sich mit denen der darüber und darunter gelegenen wechselsweise verflechten.

Diese Bänder werden bei einer durchschnittlichen und ziemlich gleichbleibenden Breite von etwa 0,01 mm. von parallelen, blassen Conturen begrenzt, besitzen eine ebensolche blasse, nach der Länge leicht gestrichelte Substanz, lassen einen Unterschied von Inhalt und Hülle nicht erkennen, wie auch Theilungen oder Anastomosen mir niemals in unzweideutiger Weise entgegengetreten sind. Ihre grosse Resistenzfähigkeit gegen Säuren, selbst 20 %—30 % Salpetersäure, bei deren Einwirkung keine Spur von Zerfall und ebenso wenig ein Aufquellen eintritt, unterscheidet diese Bänder hinreichend von dem gewöhnlichen gelockten Bindegewebe; während andererseits die blassen Conturen, die Strichelung, der Mangel von Theilungen, und das durch 35 % Kalilösung schon nach kurzer Zeit auftretende Zerfliessen zu einem gleichmässigen Schleim, auch gegen die Hinzurechnung zum elastischen Gewebe spricht. Das Studium der Entwicklungsgeschichte dieser Schicht wird über ihren Charakter hoffentlich dereinst nähern Aufschluss bringen; wenn ich sie elastische Schicht genannt habe, so bezog sich das nur auf eine ihrer hervorstechen-

den Eigenschaften, und sollte über den histologischen Charakter durchaus nichts präjudiciren.

In der Ansicht, welche Fig. 3 von dieser Schicht bietet, erblickt man ausserdem eine Menge von Oeffnungen (Fg. 3 *b*). Es sind das Lücken zwischen den Bändern, die zum Durchtritt der sogleich näher zu schildernden, senkrecht aufsteigenden Faserbündel (Fg. 7 *o*) dienen, die von der untersten und letzten Schicht der Haut (Fig. 5) abzuleiten sind. In Bezug auf diese Schicht muss ich aber gestehen, dass ich dem bereits am Anfange dieser Abhandlung darüber Gesagten wenig mehr hinzuzufügen weiss.

Die Grund- und Hauptmasse dieser Schicht besteht aus sehr lockerem, feinfasrigem, nur spärliche Körperchen beherbergenden Bindegewebe, das in seinen Maschen neben einem reichen Nerven- und Gefässnetze auch Pigmentzellen führt, welche letztere, meist oberflächlich gelegen, sich zu einem verschieden dicken Pigmentnetze verbinden, und zugleich eine scharfe Grenze gegen die vorhergehende Schicht bilden (Fg. 5 *c*).

Von der oberen Fläche dieser unteren Bindegewebsschicht der Haut und gleichsam wie aus ihr herausgewachsen, erheben sich nun jene aufsteigenden Faserbündel (Fg. 7 *o*). Aus sehr feinfasrigem, lockerem Bindegewebe gebaut, stellen dieselben ihrer Form nach Säulen dar, die mit breiter Basis beginnen, sich verschmälernd durch die verschiedenen Schichten der Cutis fast unter rechtem Winkel hinziehen, und sich endlich wieder breiter werdend in der oberflächlichsten Schicht der Cutis, nach *Stieda* in den Papillen derselben, verlieren. Auf diesem Wege von unten nach oben durchbohren sie erstlich die elastische

Schicht (Fig. 3), die Bänder derselben theils auseinander drängend, theils etwas in die Höhe hebend, nicht aber, wie *Stieda* meint, von ihnen Elemente entlehnend; treten darauf in die zwischen den Drüsen freigelassenen Räume hinauf und gelangen durch dieselben zu ihrem Bestimmungsort.

Die Hauptaufgabe dieser Faserbündel ist, wie einstimmig zugegeben wird, die, Nerven und Gefässe von den untersten Hautpartieen in die obern zu führen; gleichzeitig haben sie aber auch die Bestimmung durch eine in ihnen liegende Kette von ramificirten Pigmentzellen eine Verbindung der obern, über den Drüsen befindlichen, Pigmentzellen mit den untern, in der innersten Schicht der Haut gelagerten, herzustellen. In den Räumen zwischen den Drüsen liegen, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, die Pigmentzellen also nicht regellos zerstreut, sondern innerhalb der von diesen Säulen bestimmten Grenzen, und wollte ich sonach mit meiner frühern Bemerkung, es suchten die Pigmentzellen die Räume zwischen den Drüsen auf, um einen Weg nach unten zu finden, nichts anderes sagen, als was ich hier so eben auseinandergesetzt habe.

Auf die Vertheilung der Nerven und Gefässe in der Haut habe ich nur gelegentlich mein Augenmerk gerichtet, und habe daher hierüber nur ein paar Bemerkungen anzuschliessen. Durch *Czermak's* oben bezeichnete Arbeit ist bekannt, dass sowol Nerven als Gefässe in den untersten Theilen der Haut ein reiches und weitmaschiges Netz bilden, und von hier aus Zweige durch die senkrecht aufsteigenden Faserbündel nach den oberen Partien der Haut

senden, woselbst wenigstens die Gefässe sich zu einem neuen viel engmaschigeren Netz auflösen.

Dass Nerven und Gefässe auch zu den Drüsen gehen, ist a priori nicht zu bezweifeln, doch kann ich über ihre Verbreitungs- und Vertheilungsweise nichts Näheres angeben, da ich namentlich die Gefässe nicht nach vorangegangener künstlicher Injection untersucht habe.

Rücksichtlich der Nerven richtete ich meine Aufmerksamkeit lediglich auf das Verhältniss derselben zu den Pigmentzellen, weil es mich für das anfangs in's Auge gefasste Ziel meiner Arbeit im höchsten Grade interessiren musste zu ermitteln, ob sich in der Haut nicht vielleicht ein ähnliches Verhältniss biete, wie es *Kühne* [7]) an den Pigmentzellen der Cornea nachgewiesen haben will. Unter den zahlreichen Präparaten, die ich in solcher Absicht angefertigt und durchmustert habe, habe ich jedoch nur selten einigermassen befriedigende Bilder gewinnen können.

Fig. 5. *d.* zeigt ein solches. Es bot sich hier eine mit einem Kern versehene Zelle dar, von der drei Ausläufer ausgingen, die sich zu Pigmentzellen (Fig. 5 *c*) hinbegaben, und nicht über dieselben hinaus sich verfolgen liessen, also hier ihr Ende erreichten, ohne dass ich jedoch über die Weise der Endigung Näheres ermitteln konnte. Der vierte Fortsatz dagegen begab sich entschieden zu einem benachbarten Nervenstämmchen, und versenkte sich in ihn oder kam vielmehr von demselben her.

Ob diese vereinzelte Nervenzelle aber ein Centrum

---

7) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität Leipzig 1864.

darstellte, von dem aus gewisse Pigmentzellen beherrscht wurden, ob die von dem Nervenstämmchen herkommende Faser in Bezug auf dieses mikroskopische Centrum als zuleitend, die drei andern zu den Pigmentzellen gehenden als Leitungswege der empfangenen Impulse angesehen werden dürfen, darüber kann ich experimentelle Erfahrungen nicht beibringen, obgleich ich nicht leugnen will, dass ein solches Verhältniss und ein dem entsprechender Verlauf der Dinge mir sehr wahrscheinlich erscheint.

III.

Obgleich ich, wie bereits in der Einleitung bemerkt wurde, die Absicht, mich auf eine eingehende Erörterung über den Farbenwechsel des Frosches einzulassen, aus den eben dort erwähnten Gründen aufgegeben hatte, so haben sich mir doch im Verlaufe meiner Untersuchungen manche hierher bezügliche Erfahrungen dargeboten, die ich nebst einigen gelegentlichen Experimenten zu einer Erklärung der mechanischen Seite des Farbenwechsels bei Rana temporaria im Folgenden zu verwerthen versuchen will.

Allen Forschern, die sich nach Untersuchung über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamaeleon mit der Analyse des ähnlichen Phänomens bei unseren Fröschen beschäftigten, diente, wie es scheint, eben jene treffliche Arbeit zum Muster. Denn bei *Harless* wie bei *Wittich* und *Lister* finden sich so ziemlich dieselben Versuchsmittel vertreten; bei allen spielen Einwirkung von Licht und Dunkelheit, von verschiedenen Temperaturgraden, von chemischen, mechanischen und electrischen Reizen eine hervorragende Rolle.

Durchmustert man nun genauer diese letzteren Arbeiten, so fällt zuerst auf, dass bei Anwendung fast ganz gleichen Verfahrens doch verschiedene Resultate erlangt

sind. *Harless* und *Wittich,* die an Hyla arborea und Rana esculenta experimentirten, führen namentlich die Electricität als wirksamstes Reizmittel an, während sie von dem Einfluss des Lichtes nur theilweise sichere Erfolge sehen. *Harless* bemerkt nämlich, dass nur manchmal die Entziehung des Lichtes eine auffallende Verdunkelung der Haut herbeiführte, und auch *Wittich* spricht sich dahin aus, dass das Licht für die grünen Frösche kein so intensives Reizmittel zu sein scheine, als für die Chamaeleonen. *Lister* dagegen, der seine Untersuchung an Rana temporaria machte, legt ein Hauptgewicht bei der Erzeugung von Farbenänderungen auf den Lichtreiz, den mechanischen Druck, und den Einfluss der Temperatur, will dagegen von der Electricität keinen Erfolg gehabt haben. Diese Verschiedenheiten finden ohne Zweifel in Eigenthümlichkeiten der bezüglichen Organisationsverhältnisse bei den genannten Versuchsthieren ihre Erklärung. Ich finde mich um so eher zu solcher Annahme aufgefordert, als meine, wenn auch wenig zahlreichen, an Rana temporaria angestellten, Versuche, mir doch sehr ähnliche Resultate wie die von *Lister* namhaft gemachten lieferten, obgleich ich zur Zeit meiner Experimente die Arbeit dieses Vorgängers noch nicht kennen gelernt hatte.

Ich muss namentlich dem mechanischen Druck das Wort reden, denn nur einem solchen möchte ich die im Eingange erwähnten Wirkungen des im hiesigen physiologischen Institute gebräuchlichen Froschhalters zuschreiben. Nächstdem scheint mir die Temperatur am wirksamsten zu sein; von der Electricität dagegen habe auch ich kei-

nen besondern Erfolg gesehen. Ein paar Versuche mögen zur Bekräftigung dieses Ausspruchs dienen.

Ein recht dunkler Frosch wurde vom Hals beginnend bis zu den Füssen hinab mit einem Stück angefeuchteten Leintuches in eng bei einander liegenden Dolabratouren umwunden, und unter steter Erneuerung der Anfeuchtung von 5 zu 5 Minuten auf seine Färbung geprüft. Gewöhnlich dauerte es 15 bis 20 Minuten, bis die ersten Zeichen einer beginnenden Entfärbung eintraten. Wenn nämlich nach Verlauf dieser Zeit die ersten Gänge der Binde ein wenig aufgehoben wurden, so bemerkte man Zeichnungen d. h. Pigmentflecke, die vorher auf dem dunkleren Grunde nicht sichtbar gewesen waren. Nach etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden hatte der Frosch den höchsten Grad der Entfärbung erreicht, so dass er von nun an nicht weiter abblasste. An Stelle des früher dunkelbraunen, ja schwarzbraunen Frosches hatte ich nun einen wachsfarbenen vor mir, der auf mehr oder weniger lichtbraunem bis gelblichem Grunde unregelmässig zerstreute, eckige schwarze Pigmentflecken zeigte, im Uebrigen aber durchaus nicht erschöpft und alterirt erschien, seine Sprünge z. B. mit der frühern Kraft auszuführen vermochte. Eine halbe Stunde nach Befreiung aus der engen Umhüllung genügte gewöhnlich dem Thiere die frühere Färbung wiederzugeben. Dass bei solchem Versuche der Druck das wirksame Moment war, glaube ich mit Entschiedenheit daraus entnehmen zu dürfen, dass gerade an den Stellen, wo die Dolabra absichtlich oder zufällig etwas fester angezogen war, das Abblassen in der Regel bereits weiter vorgeschritten war, als an andern Partieen, vorausgesetzt, dass der Versuch

vor vollständig eingetretenem Erbleichen unterbrochen wurde.

Solcher Versuche habe ich mehrere mit immer gleichem Erfolg gemacht.

In andern Versuchsreihen wurde die Einwirkung verschiedener Temperaturgrade geprüft, wozu die während des Winters mitunter sehr beträchtliche Kälte hinreichende Gelegenheit bot.

Die durch den frühern Versuch erblassten Frösche wurden in ein Gefäss mit Wasser von etwa + 18 ° C. gebracht und zwischen den doppelten Fenstern einer Temperatur von fast 0 ° ausgesetzt. Unter solchen Umständen sah man in äusserst kurzer Zeit in wenigen Minuten schon, und nicht, wie sonst geschah, erst nach $\frac{1}{2}$ Stunde die Frösche ihre dunkle Farbe wiedergewinnen. Eine jetzt vorgenommene Temperaturmessung des Wassers ergab nur + 10 ° C. — Wurden hingegen sehr dunkele Frösche in die Nähe des Ofens gebracht, so sah man sie, sobald das Wasser eine Temperatur von 20—21 ° C. erlangt hatte, vollständig erblassen. Dieser Erfolg stellte sich ein unabhängig von der verschiedenen Beleuchtung, wie sie verschiedene Stellen des Zimmers darboten, war also nur von der Temperatur abzuleiten. Wie verschiedene Intensitäten des Lichtreizes an und für sich die Hautfärbung des Frosches zu alteriren vermögen, darüber vermag ich nichts anzugeben, da ich eigens darauf gerichtete Versuche nicht angestellt habe.

Die Versuche mit electrischen Reizen endlich wurden durch Anlegen der Electroden eines *du Bois*'schen Schlittens an verschiedene Stellen der Haut gemacht. Es wur-

den dazu Ströme von verschiedener Stärke bis zu vollständigem Uebereinanderschieben der Rollen angewendet. In letzterm Fall fehlte es nicht an mächtigen Erschütterungen des ganzen Muskelsystems, wenn namentlich die Haut des Rückens gereizt wurde. Es erfolgte dabei allerdings zuweilen ein leichtes Erblassen der Haut, es war dasselbe aber immer allgemein, niemals, wenn überhaupt mit Sicherheit wahrnehmbar, auf die Stelle des Reizes beschränkt; es wird daher wohl kaum als unmittelbare Folge der electrischen Einwirkung angesehen werden dürfen.

Was den innern Vorgang bei diesem Farbenwechsel betrifft, so lässt die nähere Kenntniss der anatomischen Vertheilung der Pigmentzellen darüber ungefähr so urtheilen. Die obere und untere Pigmentschicht, aus lauter zusammenhängenden Pigmentzellen bestehend, werden durch eine in den senkrecht aufsteigenden Faserbündeln liegende Kette von Pigmentzellen mit einander in Verbindung gesetzt. Es wird durch diese anatomische Anordnung möglich, dass die Pigmentmolekeln in diesem zusammenhängenden Systeme von Hohlräumen wechselnde Lagen einnehmen, dass, wenn sie sich in den obern Pigmentzellen anhäufen, die Haut dunkel wird, während bei dem Herabsinken in die untere Schicht die Haut hell erscheint. Wie aber diese Wanderung der Pigmentmolekeln zu Stande kommt, ob durch Contraction der Zellenwand und ihrer Ausläufer selbst, oder ob, wie *Kühne* meint, durch selbstständige Bewegung eines contractilen Protoplasmas in jenen Pigmentzellen; wodurch ferner die Wand oder das Protoplasma zu jenen Contractionen bestimmt werde, und woher die

Pigmentmolekeln bald nach der einen, bald nach der andern Richtung hin ihren Weg suchen, das zu bestimmen, muss künftigen Arbeiten überlassen werden. Dass die Nerven hierbei eine Rolle spielen, darf schon aus dem sichtlichen Erblassen der Froschhaut nach Zerstörung des Rückenmarks erschlossen werden. Der Nachweis von Nervenendigungen, die zu den Pigmentzellen sich begeben, macht solche Beziehungen noch wahrscheinlicher; aber über den Gang dieser Innervation lässt sich zur Zeit nichts Näheres angeben.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ansicht der Haut von oben her nach Entfernung der Epidermis. Vergrösserung 300.
- *a.* Pigmentzellen mit ungleichmässiger Vertheilung der Pigmentmolekeln, so dass sie theils dunkel, theils hell gefärbt erscheinen.
- *b.* Drüsenmündungen, einige derselben sind von Pigmentzellen umfasst.
- *c.* Kern in der lichtern Partie einer Pigmentzelle sichtbar.

Fig. 2. Stücke der Tunica muscularis einer kleinen Drüse. Vergröss. 300.
- *a.* Faserzellen mit deutlichem Kern und Querstreifung.
- *b.* Feinkörniger Inhalt der zerdrückten Drüse.

Fig. 3. Elastische Schicht. Vergrösserung 170.
- *a.* Bandartige Elemente derselben in ihrer unregelmässigen Durchkreuzung.
- *b.* Oeffnungen zum Durchtritt der aufsteigenden Faserbündel der untersten Hautschicht.

Fig. 4. Stück der Tunica muscularis einer grossen Drüse. Vergröss. 450.
- *a.* Faserzellen.
- *b.* Kerne derselben.
- *c.* Mündung der Drüse.

Fig. 5. Ansicht der untersten Hautschicht von der der elastischen Schicht zugewandten Seite her. Vergröss. 300.
- *a.* Nervenstämmchen. *b.* Gefässe. *c.* Pigmentzellen.
- *d.* Nervenzelle mit 4 Ausläufern, von denen einer zu dem Nerv *a*, die übrigen zu den Pigmentzellen *c* hingehen.

Fig. 6. Die obere Hälfte der Tunica muscularis einer grossen Drüse in ziemlich vollständig erhaltener Form. Vergröss. 250.
- *a.* Deutlich gekernte Faserzellen, die gegen die Mündung der Drüse convergiren.
- *b.* Nematode im Innern der Drüse.

Fig. 7. Senkrechter Durchschnitt der Froschhaut bei 300maliger Vergröss.
- *a.* Epidermis. *a'* Homogener heller Saum zwischen Cutis u. Epidermis.
- *b.* Drüsenschicht. *c.* Elastische Schicht.

d. Unterste Bindegewebsschicht.
e. Grosse Drüse von runder Gestalt, umgeben von der Tunica muscularis, erfüllt mit Nematoden.
f. Bindegewebshülle um die Drüse.
g. Grosse Drüse von länglicher Gestalt, theilweise erfüllt mit feinkörnigem Inhalt.
h. Mittelgrosse Drüse, umgeben von der Tunica muscularis (schematisch).
i. Mittelgrosse Drüse durch deren wohlerhaltene Wand die Basen der dicht anliegenden Epithelzellen durchschimmern.
k. Durchschnitt durch die Mitte einer mittelgrossen Drüse mit wohlerhaltener Epithelialauskleidung.
l. Schräger Durchschnitt durch eine mittelgrosse Drüse mit scheinbar langgestreckten Cylinderzellen als Auskleidung.
m. Kleine Drüse. *n.* Pigmentzellen.
o. Senkrecht aufsteigende Faserbündel.
p. Lücken zwischen denselben, die theils von sehr lockerem Bindegewebe erfüllt sind, theils zur Aufnahme der untern Enden erweiterter Drüsen gedient haben können.

Anm. In Fig. 2 treten die Querstreifen der Faserzellen zu scharf hervor; in Fig. 7 ist an der Drüse *g.* die radiäre Streifung der Bindegewebshülle durch ein Versehen aufgeführt.

Thesen.

1. Das Photographiren von mikroskopischen Bildern kann nie in ausgedehnterm Massstabe zur Anwendung kommen.
2. Eine spät vorgenommene Tracheotomie hilft bei Croup nichts.
3. Bei jedem Krankenexamen muss die Anamnese in den Vordergrund gestellt werden.
4. Schwangerschaft ist keine Contraindication für Mercurialbehandlung der Syphilis.
5. Guter Wein sollte bei keinem Krankenbett fehlen.
6. Die Homöopathie ist nicht ohne Einfluss auf die Therapie gewesen.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

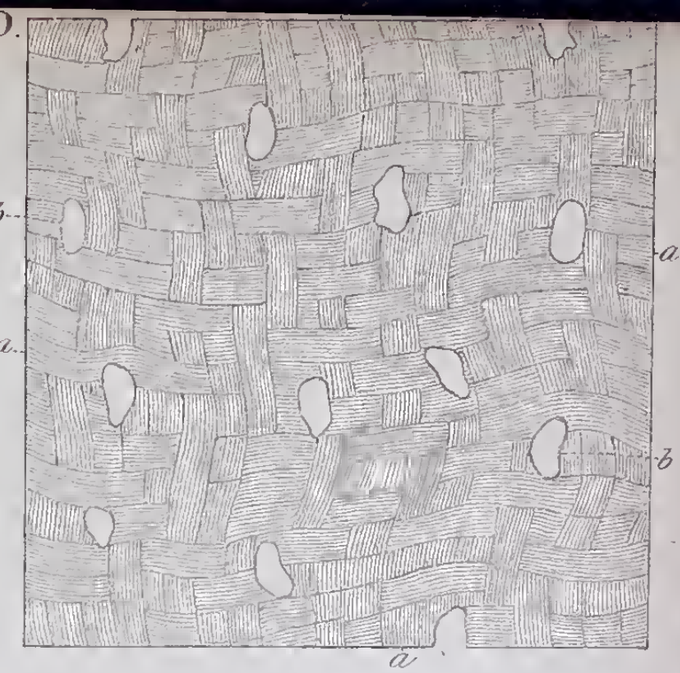

Fig. 7.

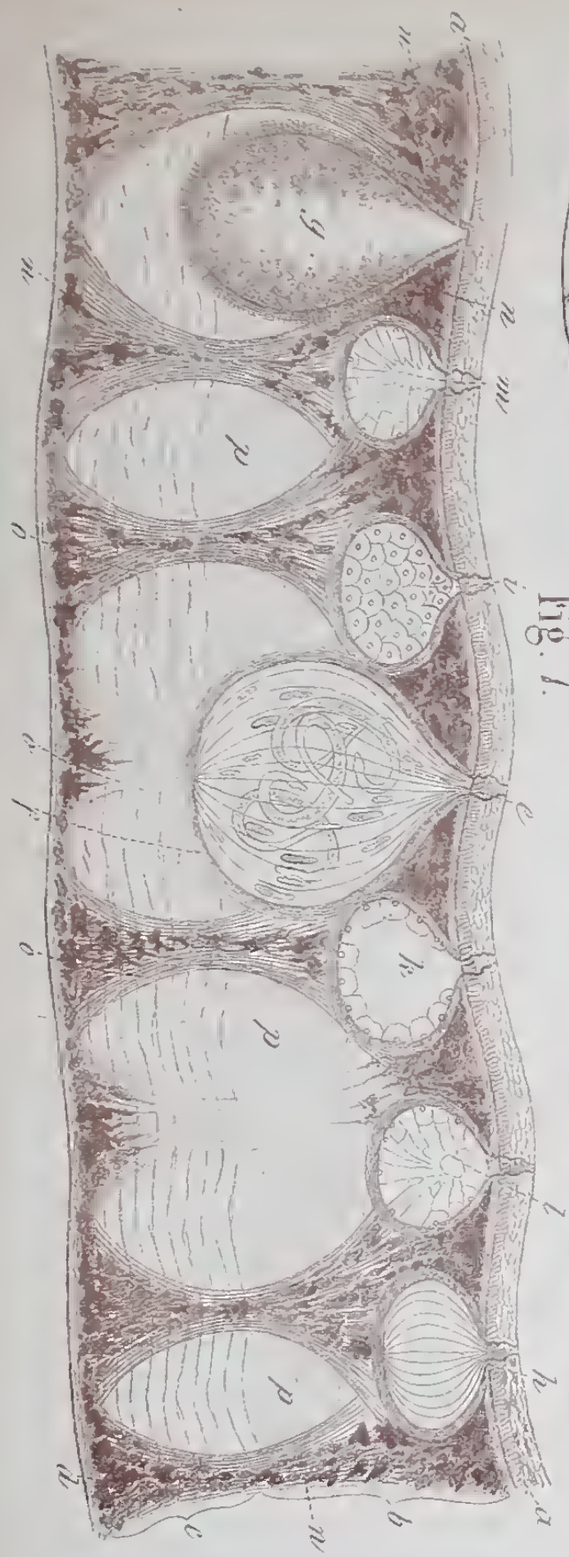

Fig. 5.

Fig. 4.

Fig. 6.

E.v.L.Wolff del.

Lith. Anat. v L. Höflinger in Dorpat.